نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، ص. ۳۸-۲۷

Journal of Agroecology
Vol. 5, No. 1, Spring 2013, p. 27-38

بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بنه بر رشد و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط اقلیمی ملایر

مجید رستمی[1*] و هدا محمدی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۸/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۱۶

چکیده

به منظور مطالعه اثرات تاریخ کاشت و تراکم بنه بر عملکرد و برخی خصوصیات رویشی زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط اقلیمی ملایر، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه تاریخ کاشت (۲۵ تیر، ۲۵ مرداد و ۲۵ شهریور ماه) و چهار تراکم (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بنه در متر مربع) بودند. بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که اثر تاریخ کاشت بر تعداد گل، تعداد برگ، طول کلاله و وزن خشک کلاله هر گل معنی‌دار بود، در حالی‌که تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کلاله، تعداد گل، طول دوره گلدهی، تعداد و طول برگ‌ها، وزن و طول کلاله و تعداد بنه‌های دختری داشت. کاشت در تیرماه باعث تولید بیشترین تعداد گل در واحد سطح و بیشترین میزان طول و وزن کلاله شد، ولی با این‌حال از لحاظ عملکرد کلاله اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای تاریخ کاشت مشاهده نشد. افزایش تراکم کاشت نه تنها باعث شد گلدهی زودتر شروع شود بلکه باعث کاهش معنی‌دار دوره گلدهی نیز شد، به صورتی‌که با افزایش تراکم از ۲۵ بنه در متر مربع به ۱۰۰ بنه در متر مربع، طول دوره گلدهی ۳۳ درصد کاهش یافت. با افزایش تراکم کاشت از ۲۵ به ۱۰۰ بنه در متر مربع تعداد بنه دختری تولید شده نیز ۵۶ درصد کاهش یافت. به طور کلی، کاشت در تیرماه اثرات مثبت بیشتری بر خصوصیات رشدی زعفران داشت. از سوی دیگر، تراکم کاشت ۱۰۰ بنه در متر مربع به دلیل تأثیر مثبت بر عملکرد و کاهش طول دوره گلدهی قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: برگ زعفران، بنه دختری، دوره گلدهی، عملکرد کلاله

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی است علفی و چندساله که متعلق به تیره زنبقیان می‌باشد. این گیاه نیمه گرمسیری می‌باشد و در مناطقی که دارای زمستان ملایم و تابستان گرم و خشک باشد به خوبی می‌روید. مقاومت زعفران در مقابل سرما زیاد است، ولی چون دوران رشد آن مصادف با پاییز و زمستان است، در این ایام به هوای مناسب و معتدلی نیاز دارد (Behnia, 1996). کاشت و تولید این محصول ارزشمند به طور عمده به کشورهایی چون ایران، اسپانیا، هند و یونان محدود می‌شود، ولی ایران با تولید ۶۵ درصد از کل زعفران تولیدی جهان بزرگترین تولید کننده این محصول به شمار می‌رود (Kafi et al., 2002).

نخستین مزارع زعفران جهان در نواحی الوند و دامنه های زاگرس ایجاد شده است (Abrishami, 2004)، ولی بعدها با گسترش سطح زیر کشت و افزایش تولید در مناطق شرقی کشور، تولید آن در غرب کشور کاهش یافت، به صورتی که در حال حاضر کل سطح زیر کشت این محصول در استان همدان به کمتر از ۵۰ هکتار می‌رسد.

با در نظر گرفتن شرایط اکولوژیکی ویژه‌ای که زعفران به آن نیاز دارد نباید انتظار داشت که این محصول از توزیع جغرافیایی گسترده‌ای در سطح جهان برخوردار باشد. اکثر مناطق زعفران‌خیز جهان در عرض‌های جغرافیایی ۲۹ تا ۴۲ درجه شمالی و از آسیای مرکزی در شرق تا اسپانیا در غرب پراکنده شده‌اند و خارج از این محدوده به دلیل مهیا نبودن شرایط رشد و نمو این گیاه، تولید آن بسیار اندک است (Bazrafshan & Ebrahimzade, 2006). این گیاه به دلیل ویژگی‌های خاص از جمله نیاز آبی کم، آبیاری در زمان‌های غیربحرانی نیاز آبی سایر گیاهان، امکان بهره‌برداری از مزارع به مدت چندین سال پس از یک بار کشت، سهولت حمل و نقل و نگهداری محصول، عدم نیاز زراعت آن به ماشین آلات و تکنولوژی پیچیده و

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و مربی دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر
(* - نویسنده مسئول: Email: Majidrostami7@yahoo.com)

اشتغال‌زایی زیاد از موقعیت ویژه‌ای در مناطقی که فاقد استعدادهای صنعتی و دارای محدودیت آب کشاورزی می‌باشند، برخوردار است (Amirghasemi, 2001).

زعفران را می توان از زمان شروع خواب در اوایل خرداد تا اوایل مهرماه در زمین کاشت. در مناطق زعفران‌خیز ایران بیشتر در در فاصله مرداد تا پایان شهریور کاشت صورت می‌گیرد، ولی در استان فارس کاشت در شهریور ماه رایج‌تر است (Abrishami, 2004). نتایج تحقیق دو ساله‌ای که در شرایط آب و هوایی مشهد و قائن انجام شد نشان داد که بهترین زمان کاشت و انتقال بنه به مزارع جدید اواخر اردیبهشت و خردادماه می‌باشد (Sadeghi, 1996). نتایج پژوهش دیگری که در شرق کشور انجام شد، نشان داد که بهترین زمان انتقال بنه‌ها در دوره رکود بنه یعنی فاصله بین اردیبهشت تا تیرماه می‌باشد (Mollafilabi, 2004). هر چه زمان بیرون آوردن بنه‌ها تا کاشت کمتر باشد بهتر است، با این وجود، در صورت وجود شرایط رطوبتی و دمایی مناسب می‌توان بنه‌ها را تا چندین ماه نگهداری کرد (Amirghasemi, 2001). چنانچه در فاصله زمانی بین برداشت بنه‌ها تا کاشت مجدد آنها شرایط محل نگهداری از لحاظ دمایی مناسب نباشد ممکن است تولید گل زعفران در سال اول به کلی متوقف شود. نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2007) نیز به این نتیجه رسیدند که برای حصول عملکرد بالاتر لازم است کاشت بنه‌ها بلافاصله پس از برداشت آنها انجام شود و از کاشت بنه‌های کوچکتر از نه گرم اجتناب شود.

تراکم بوته در واحد سطح بسته به نوع و روش کاشت، عادت زارعین و اندازه بنه متغیر بوده و در منابع مختلف بین ۱/۵ تا ۱۰ تن در هکتار گزارش گردیده است (Behnia, 1996; Amirghasemi, 2001). اکثر پژوهش‌های انجام شده در ایران تراکم مطلوب ۵۰ بوته در متر مربع به وزن ۵-۴ تن بنه درشت در کشت ردیفی را برای دستیابی به حداکثر عملکرد زعفران توصیه نموده‌اند (Kafi ae al., 2002). بهنیا (Behnia, 2008) نیز در آزمایشی با بررسی اثر تراکم-های مختلف در روش‌های کاشت کپه‌ای و ردیفی گزارش نمود که در هر دو روش کاشت در سال‌های اول و دوم اثر تراکم معنی‌دار بود، ولی در سال‌های بعد این اختلاف عملکرد کاهش یافت. به نظر می-رسد که اثرات مطلوب تراکم بالا فقط مربوط به سال‌های اولیه کشت زعفران باشد، زیرا در سال‌های بعد با تکثیر بنه‌ها و تولید بنه‌های دختری اثر تراکم اولیه کاهش می‌یابد.

با توجه به این مطلب که این گیاه از لحاظ نیاز به آب کم توقع می‌باشد و همچنین از آنجا که در سال‌های اخیر بسیاری از اراضی زراعی استان همدان به دلیل کاهش میزان بارندگی و کاهش سطح آب‌های زیرزمینی دچار کاهش شدید عملکرد شده اند، به نظر می‌رسد در صورتی که امکان کاشت این گیاه وجود داشته باشد، تولید این محصول در اراضی مستعد باعث بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان خرده مالک و نیز افزایش کارایی اقتصادی استفاده از نهاده‌ها شود. علاوه بر این، از آنجا که زعفران گیاهی چندساله است، معمولاً کشاورزان به امید افزایش تعداد بنه‌ها در سال‌های بعدی، کاشت را با تراکم پایینی انجام می دهند و اکثرا در سال اول عملکرد چشمگیری بدست نمی‌آورند، به همین دلیل این آزمایش با هدف تعیین زمان مناسب کاشت و همچنین تراکم مطلوب برای تولید عملکرد اقتصادی قابل قبول (بویژه در سال اول تولید) در شرایط آب و هوایی ملایر در استان همدان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بنه، به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه آموزشی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه ملایر (طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ۱۷۸۰ و متوسط بارندگی ۲۴۲ میلی‌متر) در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه تاریخ کاشت به عنوان عامل اصلی (۲۵ تیرماه، ۲۵ مردادماه و ۲۵ شهریور ماه) و تراکم بنه (عامل فرعی) در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بنه در متر مربع بودند. روش کاشت به صورت ردیفی و آبیاری به صورت کرتی انجام شد. مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. پس از تفکیک بنه‌ها، بنه‌های درشت (با وزن ۱۱-۹ گرم) در ردیف‌هایی با عمق تقریبی ۱۵ سانتی‌متر در خاک قرار گرفتند. در هر کرت فاصله بین ردیف‌ها ۴۰ سانتی‌متر بود و فاصله روی ردیف با توجه به تراکم مورد نیاز محاسبه و اعمال شد. هر کرت به طول چهار و عرض دو متر بود و عملیات آماده‌سازی زمین مطابق روش‌های رایج در مناطق کاشت زعفران انجام شد. همزمان با مرحله شخم اولیه معادل ۲۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده به خاک افزوده شد. اولین آبیاری در تاریخ ۱۴ مهرماه انجام شد و پس از آن تا پایان فصل رشد با توجه به وضعیت بارندگی‌ها بر اساس نیاز گیاه آبیاری صورت گرفت. به منظور کنترل علف‌های هرز در فصل بهار یک بار وجین به صورت دستی انجام شد. همزمان با شروع گلدهی نمونه‌برداری از کرت‌های آزمایشی در ساعات اولیه روز آغاز شد و در هر کرت با حذف حاشیه (یک ردیف از هر طرف و یک متر از ابتدا و انتهای کرت) گل‌های ظاهر شده بصورت روزانه جمع‌آوری شده و سپس جهت شمارش و توزین و سایر اندازه‌گیری‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. مجموع وزن خشک کلاله‌های برداشت شده در طی دوره گلدهی به عنوان عملکرد زعفران در هر کرت ثبت شد. برای بررسی اثر تیمارها بر اندازه و تعداد بنه‌ها، بلافاصله پس از زرد شدن برگ‌ها، کلیه بنه‌ها از بخشی از

کرت‌ها به مساحت ۰/۵ متر مربع از خاک خارج شده و پس از شمارش تعداد بنه‌های دختری و جدا کردن ذرات خاک وزن بنه‌ها اندازه گیری و ثبت شد. داده‌های ثبت شده توسط نرم‌افزار Excel مرتب شده و با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت (Saraei et al., 2012).

نتایج و بحث

عملکرد کلاله

بیشترین میزان عملکرد کلاله (۲/۷ کیلوگرم در هکتار) در اولین تاریخ کاشت و کمترین میزان عملکرد (۲/۱۲ کیلوگرم در هکتار) در آخرین تاریخ کاشت بدست آمد. با این‌حال، بین تاریخ‌های مختلف کاشت از لحاظ عملکرد کلاله در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. تراکم‌های مختلف کاشت بنه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کلاله زعفران داشتند ($p\leq$۰/۰۵). بیشترین عملکرد کلاله (۳/۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاشت ۱۰۰ بنه در متر مربع و کمترین میزان عملکرد کلاله (۱/۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار تراکم کاشت ۲۵ بنه در متر مربع مشاهده شد. با کاهش تراکم کاشت از ۱۰۰ به ۷۵، ۵۰ و ۲۵ بنه در متر مربع، عملکرد کلاله به ترتیب ۳۴، ۴۹ و ۷۱ درصد کاهش یافت (شکل ۱).

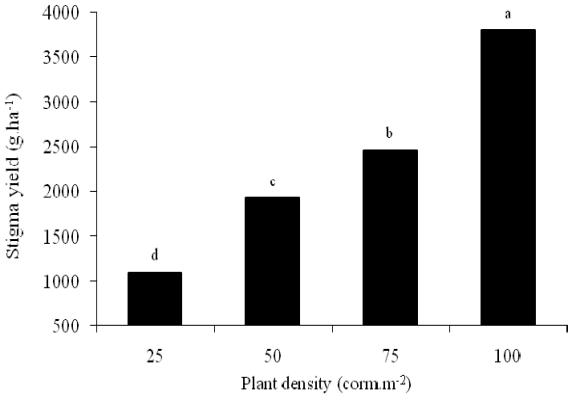
اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم معنی‌دار نشد و در همه تاریخ‌های کاشت بیشترین عملکرد کلاله در تراکم ۱۰۰ و کمترین آن در تراکم ۲۵ بنه در متر مربع مشاهده شد. اگرچه اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد کلاله معنی‌دار نبود، ولی با اینحال، به نظر می‌رسد که بخشی از تفاوت عملکرد کلاله زعفران در دو تاریخ کاشت تیر و شهریور ماه به طول دوره انبارداری تا زمان کاشت بنه‌ها مرتبط باشد. نتایج یک پژوهش دیگر نیز نشان داده است که انبارداری بنه باعث کاهش عملکرد زعفران می‌گردد و اثرات منفی انبارداری در سال اول بیشتر از سایر سال‌ها می‌باشد (Sadeghi, 1996). نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2007) نیز مشاهده کردند در شرایطی که فاصله برداشت بنه‌ها و کاشت آنها حدود چهار ماه بود، فرآیند تولید گل در بنه‌ها به طور کلی متوقف شده و عملکرد کلاله به صفر رسید، در حالیکه در تیمارهایی که فاصله برداشت و کاشت بنه حدود یک هفته بود متناسب با وزن بنه عملکرد گل و کلاله نیز افزایش یافت. با اینحال، بنا برگزارش این پژوهشگران عدم تولید گل در تیمارهای انبارداری ممکن است به دلیل این باشد که بنه‌ها در دمای پایین یخچال نگهداری شده‌اند که این دما می‌تواند باعث تأمین زودهنگام نیاز سرمایی بنه‌ها و فعال شدن جوانه‌ها و تأثیر نامطلوب بر سایر مراحل رشد گردد. از آنجا که در این آزمایش بنه‌ها پس از برداشت در شرایط معمولی و دمای حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند، ظاهرا اثرات منفی انبارداری در مقایسه با آزمایش نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2007) کمتر بوده و مشاهده شد که حتی در آخرین تاریخ کاشت نیز توانایی تولید گل در بنه‌ها تا حدود زیادی حفظ شد.

بین عملکرد کلاله و تراکم بنه رابطه مستقیمی وجود داشت و با افزایش تراکم کاشت عملکرد کلاله نیز به میزان قابل توجهی افزایش یافت. نتایج اکثر پژوهشگران نیز نشان داد که با افزایش تراکم کاشت عملکرد کلاله نیز افزایش می‌یابد (Koocheki et al., 2009; Tamaro, 1999). با این‌حال، در برخی موارد معدود گزارش شده است که افزایش تراکم تأثیری بر عملکرد کلاله نداشته است. به عنوان مثال، محمدآبادی و همکاران (Mohammad-Abadi et al., 2007) با انجام آزمایشی در مشهد به این نتیجه رسیدند که تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد خشک و تر کلاله زعفران نداشته است. از آنجا که برهمکنش تراکم با عوامل متعددی همچون عمق کاشت، اندازه بنه و روش کاشت می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر عملکرد کلاله داشته باشد، وجود این نتایج متفاوت را می‌توان به این موارد نسبت داد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical properties in the studied area

ماده آلی (٪) OM (%)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل (٪) Total N (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی‌زیمنس بر متر) EC_e ($dS.m^{-1}$)	بافت Texture
0.43	230	16	0.11	7.9	1.8	سیلت- رس Silt-clay



شکل ۱- اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر عملکرد زعفران

Fig. 1- Effect of plant density on saffron yield

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p\leq0.05$).

دیجان و همکاران (Dejuan et al., 2009) در آزمایشی دو ساله مشاهده کردند که با افزایش تراکم کاشت بنه از ۵۱ به ۶۹ بنه در متر مربع وزن خشک کلاله تولید شده در بنه کاهش یافت، در حالیکه وزن خشک کلاله در واحد سطح افزایش یافت، این پژوهشگران عقیده دارند تراکم مطلوب کاشت زعفران بستگی به واحد سنجش عملکرد دارد و اگر عملکرد بر حسب وزن بنه کاشته شده بیان شود تراکم کمتر مناسب‌تر است و چنانچه عملکرد بر حسب واحد سطح کاشته شده بیان شود تراکم بالاتر بهتر خواهد بود.

نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi Darbaghshahi et al., 2008) در آزمایشی با هدف بررسی اثر روش کاشت، تراکم و عمق کاشت بر عملکرد زعفران بیان داشتند که با افزایش تراکم کاشت از ۴۴ به ۸۸ بنه در متر مربع عملکرد کلاله به صورت معنی‌داری افزایش یافت، ولی بین تراکم ۸۸ و ۱۷۷ بنه در متر مربع از لحاظ وزن خشک کلاله اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. به عبارت دیگر، آن‌ها چنین بیان نمودند که روند تغییرات عملکرد زعفران در تراکم های بالاتر از ۸۸ بوته در متر مربع بسیار اندک بوده است. به عقیده این پژوهشگران اگر افزایش تراکم بنه با افزایش عمق کاشت همراه باشد احتمالا به دلیل فراهم شدن فضای بیشتری برای رشد ریشه‌ها و تغذیه بنه‌ها تأثیر مطلوبتری بر عملکرد کلاله خواهد داشت. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم کاشت بنه زعفران از ۸ به ۲۱ تن در هکتار عملکرد کلاله به صورت معنی‌داری افزایش یافت، با اینحال بر اساس نتایج گزارش شده توسط ایشان بین تراکم کاشت ۱۹ و ۲۱ تن بنه در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بهنیا (Behnia, 2008) نیز به این نتیجه رسید که با افزایش تراکم کاشت عملکرد نیز به صورت معنی‌داری افزایش یافت و اثرات مثبت افزایش تراکم کاشت در کشت کپه‌ای در سال اول و دوم کاشت زعفران بیشتر بود. بنا بر نتایج گزارش شده توسط ایشان مشخص گردید هنگامیکه در سال اول اجرای آزمایش تراکم کاشت در روش کپه‌ای سه برابر شد عملکرد زعفران ۷۱ درصد افزایش یافت، در حالیکه با سه برابر شدن تراکم در روش کاشت خطی عملکرد تنها ۳۴ درصد افزایش یافت.

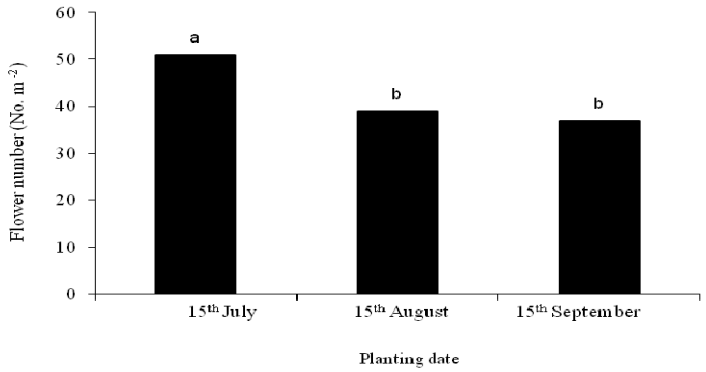
تامارو (Tamaro, 1999) تراکم کاشت مناسب بنه زعفران را ۵۹ تا ۶۲ بنه در متر مربع بیان کردند، در حالیکه در پژوهش‌های انجام شده در ایران توسط علوی شهری و همکاران (Alavi-shahri et al., 1994) و قلاوند و عبدالهیان (Ghalavand & Abdollahian, 1994) تراکم ۵۰ بنه در متر مربع پیشنهاد شده است. با توجه به نتایج نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi Darbaghshahi et al., 2008) کاشت پرتراکم زعفران باعث می‌شود که امکان بهره‌برداری اقتصادی از مزارع زعفران زودتر فراهم گردد، با اینحال بیشتر کشاورزان به منظور صرفه‌جویی در هزینه‌های اولیه تولید، تمایل بیشتری به کاشت با تراکم متوسط دارند. اگرچه در سیستم‌های کشت در شرایط کنترل شده امکان کاشت با تراکم‌های بیشتر از ۴۵۰ بنه در متر مربع وجود دارد (Molina et al., 2004)، ولی در شرایط مزرعه بیشترین تراکم مورد سنجش و توصیه حدود ۲۵۰ بنه در متر مربع بوده است. بدیهی است که کاشت با این تراکم‌های زیاد فقط در شرایطی منطقی خواهد بود که این محصول به صورت یکساله کاشت شود، زیرا در غیر این صورت به دلیل تکثیر بنه‌ها در سال دوم تراکم بیش از حد تأثیر منفی بر عملکرد زعفران خواهد داشت. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) نیز مشاهده کردند که در سال اول کاشت زعفران تراکم ۲۱ تن بنه در هکتار بیشترین میزان عملکرد کلاله را تولید کرد، در حالیکه در سال دوم عملکرد در این تراکم در مقایسه با تراکم کاشت ۱۹ تن بنه در هکتار کاهش یافت.

به طور کلی، چنین به نظر می‌رسد که تراکم مناسب بستگی به روش تولید و طول زمان بهره‌برداری از مزرعه دارد، با این‌حال بر اساس نتایج بدست آمده در این آزمایش برای شرایطی که هدف دستیابی به عملکرد مطلوب در کوتاه مدت است تراکم کاشت ۱۰۰ بنه در متر مربع قابل توصیه است.

تعداد گل و طول دوره گلدهی

تیمار تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر تعداد گل در واحد سطح داشت ($p\leq$۰/۰۵). بیشترین تعداد گل در تاریخ کاشت تیرماه مشاهده شد (۵۱ گل در متر مربع) و اختلاف این تیمار با دو تاریخ کاشت دیگر معنی‌دار بود، در حالیکه بین تاریخ کاشت مرداد ماه و شهریور ماه از لحاظ تعداد گل تولید شده در واحد سطح اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲). اثر سطوح مختلف تراکم کاشت بنه بر تعداد گل معنی‌دار بود و بیشترین تعداد گل (۷۴ گل در متر مربع) در تراکم کاشت ۱۰۰ بنه در متر مربع مشاهده شد و با کاهش تراکم تعداد گل در واحد سطح نیز به صورت خطی کاهش یافت (شکل ۳). اثر متقابل تاریخ و تراکم کاشت بر تعداد گل معنی‌دار نشد و در همه تاریخ‌های کاشت روند تغییرات تعداد گل در واحد سطح نسبتاً مشابه بود.

گرستا و همکاران (Gresta et al., 2009) مشاهده کردند که با افزایش تراکم، تعداد گل در واحد سطح نیز افزایش یافت، ولی رابطه بین تراکم بنه و وزن کلاله در گل منفی بود. با اینحال، به دلیل اینکه عملکرد کلاله زیاد تحت تأثیر وزن کلاله در هر گل قرار نمی‌گیرد و بیشتر متاثر از تعداد گل در واحد سطح می‌باشد، افزایش تراکم بنه در نهایت، باعث افزایش عملکرد کلاله در واحد سطح شد و کاهش وزن کلاله هر گل تأثیر ناچیزی بر عملکرد نهایی کلاله داشت.

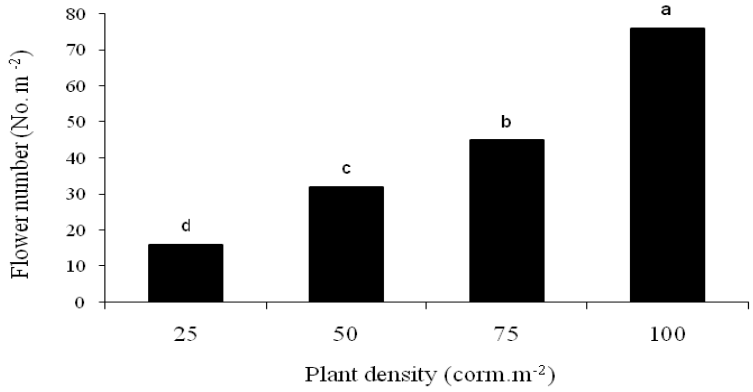


شکل۲- اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر تعداد گل زعفران

Fig. 2- Effect of planting date on flowers number of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p\leq0.05$).



شکل ۳- اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر تعداد گل زعفران

Fig. 3- Effect of plant density on flower number of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

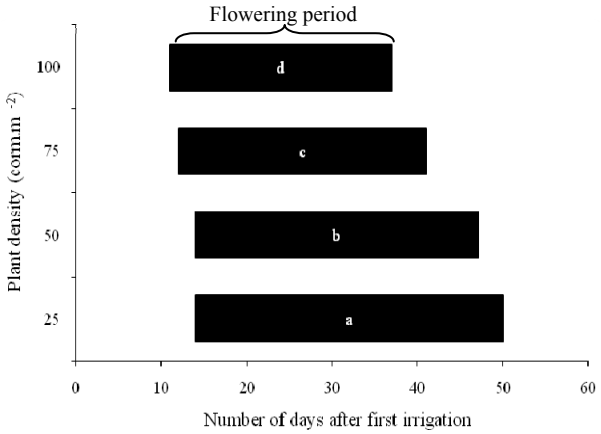
Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p\leq0.05$).

در این آزمایش بنه‌هایی که برای کاشت انتخاب شده بودند نسبتا یکسان و با میانگین وزن ۱۰ گرم بودند، از آنجا که بر اساس شواهد بنه‌های درشت در همان سال اول توانایی گلدهی دارند (Kafi et al., 2002) مشاهده شد که بین تراکم کاشت بنه و تعداد گل در واحد سطح رابطه مستقیمی وجود دارد.

تیمارهای آزمایشی علاوه بر تعداد گل، طول دوره گلدهی را نیز تحت تأثیر قرار دادند (شکل ۴). هیچ یک از تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر زمان شروع گلدهی نداشتند. تیمارهای تاریخ کاشت نیز تأثیر معنی‌داری بر طول دوره گلدهی نداشتند، ولی تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت بر طول دوره گلدهی معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) و همانگونه که مشاهده می‌شود با افزایش تراکم کاشت طول دوره گلدهی به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۴). عوامل متعددی باعث تأخیر در شروع گلدهی می‌شود که از جمله آن‌ها می‌توان به عمق کاشت بیشتر، تأخیر در زمان آبیاری و بافت سنگین خاک اشاره کرد. بدین ترتیب چنین به نظر می‌رسد که با توجه به بافت سنگین خاک در این آزمایش اعمال تراکم بیشتر باعث شده است تا خروج لوله گل از خاک با سهولت انجام شود که این امر طول دوره گلدهی را کاهش داد. گرستا و همکاران (Gresta et al., 2008) در آزمایشی با هدف مقایسه تاریخ‌های مختلف کاشت و اندازه بنه‌ها مشاهده کردند که در همه تیمارها چند روز پس از بارندگی گلدهی به صورت همزمان اتفاق افتاد. طبق نظر این پژوهشگران، اگرچه تولید گل در زعفران تحت تأثیر دما می‌باشد، ولی زمان گلدهی تحت تأثیر همزمان دما و میزان رطوبت خاک می‌باشد. این پژوهشگران همچنین گزارش کردند که کاشت زود هنگام زعفران باعث افزایش تعداد گل در واحد سطح شد. البته ایجاد تغییر در زمان شروع گلدهی و طول این دوره بسته به شرایط اقلیمی، اجتماعی و اقتصادی منطقه مورد مطالعه و هدف تولیدکننده ممکن است سودمند یا نامطلوب باشد. به عنوان مثال، کاوسگل و همکاران (Cavusoglu et al., 2009) گزارش کرده‌اند که کاهش طول دوره گلدهی و فراهم کردن امکان گلدهی همزمان بنه‌های زعفران یکی از مهمترین پیش‌نیازهای تولید زعفران به صورت مکانیزه می‌باشد، در صورتیکه برخی دیگر از پژوهشگران عقیده دارند افزایش طول دوره گلدهی در زعفران یکی از موارد مثبت در تولید این محصول می‌باشد، زیرا باعث کاهش نیاز به نیروی کار زیاد در یک بازه زمانی کوتاه می‌گردد. به عقیده مولینا و همکاران (Molina et al., 2004) یکی از عوامل مؤثر در کاهش کشت و کار زعفران در اسپانیا نیاز به نیروی کار فشرده و زیاد است که دلیل اصلی این امر گلدهی زعفران طی یک دوره ۳-۲ هفته‌ای می‌باشد. ازآن‌جا که لازم است گل‌ها روزانه برداشت و عمل جدا کردن کلاله‌ها در همان روز انجام شود در برخی از مناطق به دلیل وسعت سطح زیر کشت امکان تأمین نیروی کار کافی وجود ندارد، لذا در این شرایط افزایش طول دوره گلدهی از ویژگی‌های مثبت می‌باشد. با توجه به شرایط اقلیمی شهرستان ملایر و احتمال وقوع بارندگی‌های پاییزه در زمان برداشت گل‌ها به نظر می‌رسد چنانچه طول دوره گلدهی کاهش یابد و یا اینکه دوره گلدهی زودتر شروع شود احتمال کاهش عملکرد و ریسک اقتصادی کشاورزان کمتر خواهد بود.

تعداد و طول برگ

اثر تیمارهای مختلف تاریخ کاشت بر تعداد برگ تولیدی بنه معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) و بیشترین تعداد برگ (۸/۱ عدد در هر بنه) در تاریخ کاشت مردادماه مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تاریخ کاشت تیرماه و شهریور ماه داشت (شکل ۵). اعمال تراکم‌های مختلف کاشت بنه نیز تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ داشت.



شکل ٤- اثر تیمارهای مختلف تراکم کاشت بر زمان شروع و طول دوره گلدهی زعفران

Fig. 4- Effect of plant density on beginning and length of flowering period in saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p\leq0.05$).

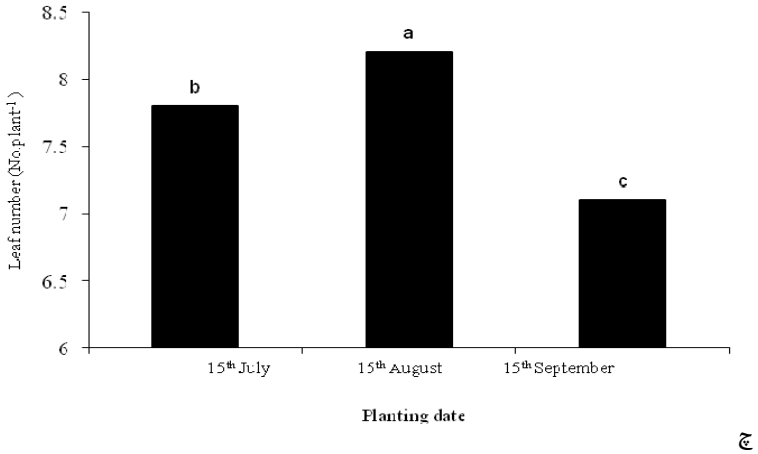
بیشترین تعداد برگ در تیمار ۲۵ بنه در متر مربع مشاهده شد و با افزایش تراکم تعداد برگ‌ها نیز به صورت معنی‌داری کاهش یافت، با اینحال بین تراکم کاشت ۵۰ و ۷۵ بنه در متر مربع از لحاظ تعداد برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۶)، اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر تعداد برگ نیز معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد که افزایش تراکم کاشت از طریق کاهش منابع قابل دسترس برای هر گیاه باعث کاهش تعداد برگ در بنه شده است. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) نیز گزارش کردند که تراکم زیاد بنه‌های زعفران و تجمع آن‌ها در یک منطقه از مزرعه می‌تواند باعث ایجاد رقابت شدید برای عناصر غذایی و کاهش فضای مناسب برای رشد گردد.

تیمارهای تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر طول برگ نداشتند، ولی بیشترین طول برگ (۳۳ سانتی‌متر) در تاریخ کاشت تیرماه مشاهده شد. اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر طول برگ معنی‌دار بود و بیشترین طول برگ (۳۴/۲ سانتی‌متر) در شرایط اعمال بیشترین تراکم کاشت مشاهده شد و با کاهش تراکم طول برگ‌ها نیز کاهش یافت. کمترین طول برگ در تیمار کاشت ۲۵ بنه در متر مربع مشاهده شد، ولی اختلاف این تیمار با تراکم ۵۰ بنه در متر مربع معنی‌دار نبود (شکل ۶). به نظر می‌رسد که در شرایط کاشت پرتراکم به دلیل گلدهی زودتر و ظهور سریع‌تر برگ‌ها در این تیمار امکان استفاده از شرایط دمایی و نوری مطلوب برای رشد برگ‌های گیاه فراهم شده است، علاوه بر این، ممکن است وجود تعداد بیشتر برگ در واحد سطح باعث شده باشد که برگ‌های زعفران برای جذب نور بیشتر رشد طولی بیشتری داشته باشند. تعداد و طول برگ زعفران به غیر از تراکم تحت تأثیر برخی از عوامل دیگر از جمله عمق کاشت و زمان آبیاری قرار می‌گیرد. بر اساس گزارش گلوی و همکاران (Galavi et al., 2009) در شرایط کاشت سطحی به دلیل بالاتر بودن دمای خاک تعداد برگ‌های تولیدی زعفران افزایش می‌یابد؛ با اینحال، بین تعداد برگ‌های تولیدی و اندازه آنها رابطه مستقیمی وجود ندارد و برگ‌های تولیدی کوچک‌تر خواهند بود و زودتر به مرحله پیری خواهند رسید و ظرفیت فتوسنتزی کمتری خواهند داشت. نتایج بدست آمده در این آزمایش نیز نشان داد که بین تعداد برگ تولید شده و اندازه آنها یک رابطه منفی وجود داشت. به عبارت دیگر، با افزایش تراکم کاشت، تعداد برگ‌ها کاهش و طول آنها افزایش یافت.

طول و وزن خشک کلاله

اثر تیمارهای مختلف تاریخ کاشت بر طول کلاله معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۵) و بیشترین طول کلاله در گل‌هایی مشاهده شد که بنه‌های آنها در تیرماه کاشته شده بودند و کمترین طول کلاله در تاریخ کاشت شهریور ماه مشاهده شد (شکل ۷). تراکم‌های مختلف کاشت نیز اثر معنی‌داری بر طول کلاله داشتند و اگرچه بیشترین طول کلاله در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع مشاهده شد، با اینحال بین این تیمار و تراکم کاشت ۲۵ بوته در متر مربع اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۸).

وزن خشک کلاله زعفران تحت تأثیر تیمارهای مختلف تاریخ کاشت و تراکم قرار گرفت. بیشترین وزن خشک کلاله در تاریخ کاشت تیرماه مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با هر دو تاریخ کاشت دیگر داشت، در حالیکه بین دو تاریخ کاشت دیگر از لحاظ وزن خشک کلاله در هر گل تفاوت معنی‌داری نبود (شکل ۹).



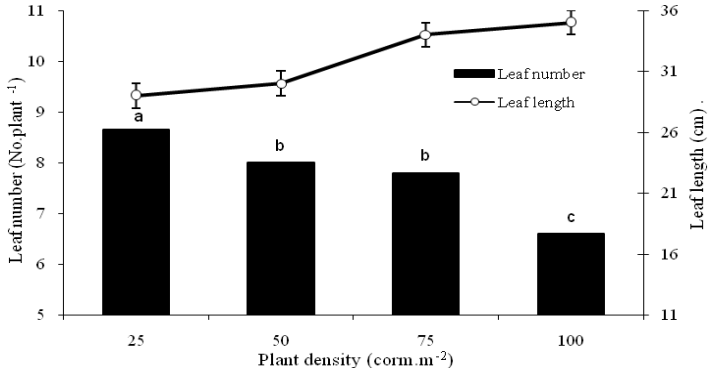
ج

شکل۵- اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر تعداد برگ زعفران

Fig. 5- Effect of planting date on leaf number of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p\leq0.05$).

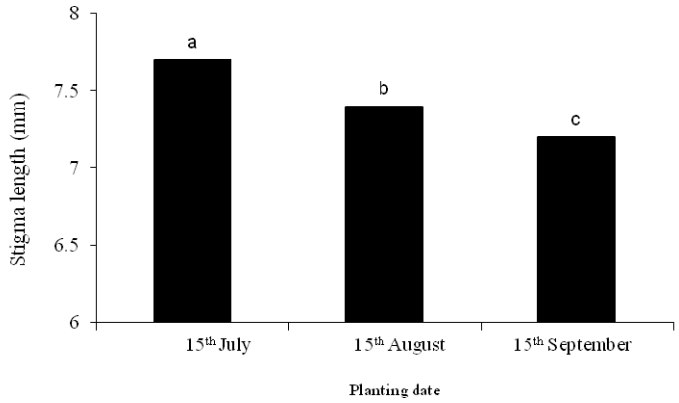


شکل ٦- اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر تعداد و طول برگ زعفران

Fig. 6- Effect of plant density on leaf number and leaf length of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).



شکل ۷- اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر طول کلاله زعفران

Fig. 7- Effect of planting date on stigma length of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

با افزایش تراکم کاشت بنه، وزن خشک کلاله در گل نیز به صورت معنی‌داری کاهش یافت، به صورتی که از ۶/۹ میلی‌گرم در تراکم کاشت ۲۵ بنه به ۵/۶ میلی‌گرم در تراکم کاشت ۱۰۰ بنه در متر مربع رسید (شکل ۱۰). گزارش شده است که بین تعداد گل و کیفیت زعفران یک رابطه منفی برقرار است، در حالیکه رابطه وزن کلاله هر گل و کیفیت نهایی زعفران مثبت می‌باشد (Gresta et al., 2009). به نظر می‌رسد که افزایش تراکم از طریق ایجاد رقابت برای منابع بین بوته‌های زعفران باعث کاهش طول کلاله و به دنبال آن وزن کلاله شده است. از سوی دیگر، کاشت در تیرماه از طریق بهبود گل-انگیزی باعث شد برخی از ویژگی‌های گل همچون طول و وزن کلاله بهبود یابند.

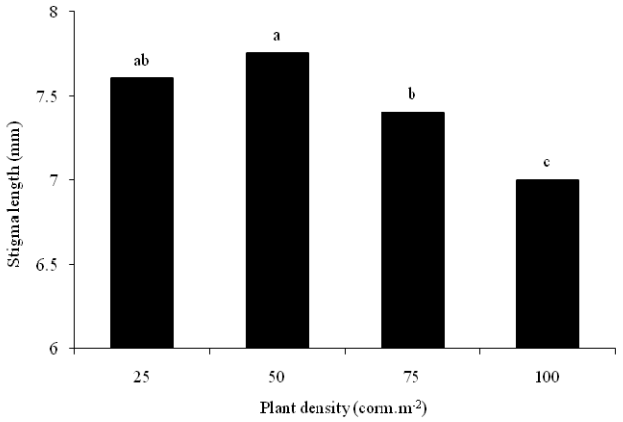
تعداد بنه‌های دختری

تاریخ‌های مختلف کاشت تأثیر معنی‌داری بر تعداد بنه‌های دختری تولید شده نداشتند؛ با اینحال، بیشترین تعداد بنه دختری (۲/۱ عدد در بوته) در تیمار کاشت مرداد ماه مشاهده شد و کمترین آن در تاریخ کاشت شهریور ماه حاصل شد. اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر تعداد بنه دختری کاملاً معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۵$) و با افزایش تراکم کاشت از ۲۵ به ۱۰۰ بنه در متر مربع تعداد بنه دختری کاهش یافت و از ۲/۷ به ۱/۲ بنه رسید (شکل ۱۱).

نتایج بدست آمده با نتایج نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi Darbaghshahi et al., 2008) مشابه بود، این پژوهشگران در آزمایشی سه ساله مشاهده کردند که بیشترین تعداد بنه‌های دختری در تیماری که کمترین تراکم کاشت را داشت مشاهده شد و با افزایش تراکم کاشت تعداد بنه‌های دختری در واحد سطح به

صورت معنی‌داری کاهش یافت، در حالیکه محمدآبادی و همکاران (Mohammad-Abadi et al., 2007) با ارائه نتایجی متفاوت گزارش کردند که تغییر تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر تعداد بنه‌های دختری نداشت. به نظر می‌رسد که در تراکم‌های زیاد به دلیل محدودیت فضا و همچنین وجود رقابت شدید برای منابع امکان رشد و نمو بنه‌های دختری کاهش یافته است. تعداد بنه‌های دختری ممکن است تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله وزن بنه مادری، عمق کاشت، تراکم و دمای خاک قرار گیرد. نصیری محلاتی و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2007) گزارش کردند هرچه فاصله زمانی بین برداشت و کاشت بنه‌ها کمتر باشد اثرات مثبت بیشتری در سال اول و در سال‌های بعد روی تعداد بنه دختری مشاهده خواهد شد.

نتایج گلوی و همکاران (Galavi et al., 2009) نشان داد که با افزایش عمق کاشت تعداد بنه‌های دختری افزایش یافت، ولی وزن بنه‌ها کاهش یافت. براساس نتایج دماسترو و روتا (De Mastro & Ruta, 1993) قدرت تکثیر بنه‌ها در شرایط کاشت عمقی کاهش می‌یابد، زیرا با افزایش عمق کاشت رطوبت خاک افزایش و دمای خاک کاهش می‌یابد که این عوامل روی قدرت تکثیر بنه‌ها مؤثر هستند. پژوهشگران دیگر نیز گزارش کرده‌اند که افزایش دمای روزانه میزان تکثیر بنه‌ها را افزایش داده و پوشاندن خاک با مالچ به دلیل جلوگیری از تابش مستقیم نور خورشید به خاک و کاهش دما باعث کاهش تکثیر بنه‌ها می‌شود (Yanez et al., 2005). علاوه بر موارد فوق بنشوپ (Benschop, 1993) نیز تأکید دارد که برای توسعه ریشه و رشد بنه‌های دختری وجود رطوبت کافی در خاک ضروری است.

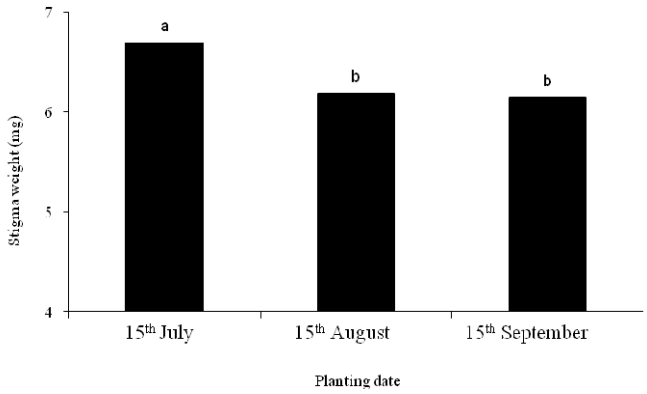


شکل ۸- اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر طول کلاله زعفران

Fig. 8- Effect of plant density on stigma length of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

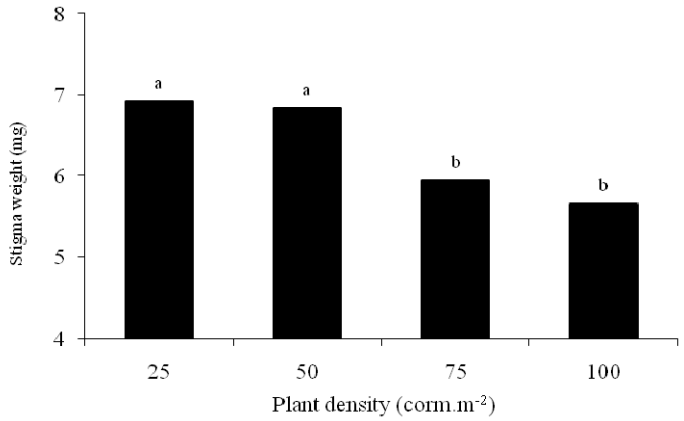


شکل ۹- اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر وزن کلاله زعفران

Fig. 9- Effect of planting date on stigma weight of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).



شکل ۱۰- اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر وزن کلاله زعفران

Fig. 10- Effect of plant density on saffron stigma weight

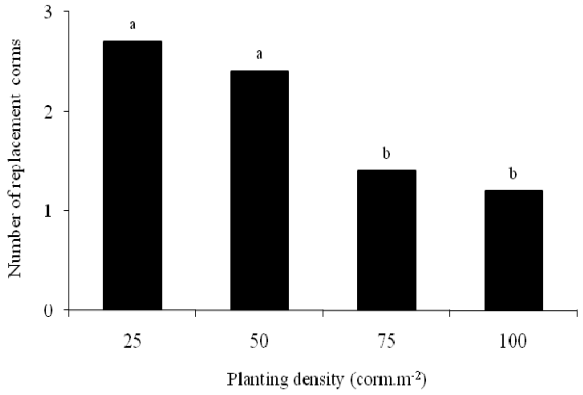
میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p\leq0.05$).

به نظر می‌رسد که در شرایط کاشت زعفران با تراکم بالا، سایه-اندازی برگ‌ها باعث می‌شود تا دمای خاک به میزان بیشتری کاهش یابد و توانایی تولید بنه‌های دختری نیز کمتر شود. علاوه بر این، از آنجا که وجود رطوبت کافی بویژه در اوایل بهار برای نمو بنه‌های دختری ضرورت دارد، در شرایط کاشت پرتراکم به دلیل وجود بوته‌های بیشتر در واحد حجم خاک، رطوبت خاک سریع‌تر تخلیه شده و این امر منجر به کاهش تعداد بنه‌های دختری گردیده است.

مولینا (Molina et al., 2005) نیز گزارش کرد که بین تعداد بنه‌های دختری و اندازه آنها یک رابطه منفی وجود دارد و هرچه تعداد آنها بیشتر باشد به دلیل کاهش وزن بنه‌ها، احتمال گلدهی آنها نیز کمتر خواهد بود.

با توجه به مجموع نتایج بدست آمده می‌توان بیان نمود که با وجود عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف تاریخ کاشت، در شرایط اقلیمی ملایر کاشت در تیرماه در مقایسه با دو تاریخ کاشت دیگر مطلوب‌تر می‌باشد، زیرا در صورت کاشت در تاریخ‌های بعدی، نگهداری بنه‌ها در انبار علاوه بر افزودن بر هزینه‌های تولید می‌تواند عملکرد زعفران را نیز تحت تأثیر قرار دهد. همچنین مشاهده شد که با افزایش تراکم کاشت عملکرد کلاله به صورت خطی افزایش یافت و بیشترین عملکرد در تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع بدست آمد. علاوه بر این افزایش تراکم کاشت نه تنها باعث تسریع گلدهی شد، بلکه طول دوره گلدهی را نیز کاهش داد که این امر در مناطق غربی کشور که احتمال بارندگی در فصل برداشت زعفران وجود دارد به عنوان یک نقطه قوت می‌تواند مد نظر قرار گیرد.



شکل ۱۱- اثر تراکم‌های مختلف کاشت بر تعداد بنه‌های دختری زعفران

Fig. 11- Effect of plant density on daughter corm of saffron

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p\leq0.05$).

از آنجا که یکی از اهداف اولیه این طرح تعیین تراکم مناسب برای حصول به عملکرد اقتصادی مطلوب (بویژه در سال اول کاشت که معمولا بسیاری از کشاورزان محصولی برداشت نمی‌کنند) بود، لازم است در آزمایش‌های تکمیلی تراکم‌های بیشتر نیز مورد مطالعه قرار گیرند و روند افزایش تراکم تا زمانی که واکنش عملکرد نسبت به آن منفی نشده است ادامه یابد. بدیهی است چنانچه در نظر است که از بنه‌های دختری تولید شده در همان سال اول برای کشت سال بعد استفاده شود لازم است که برای تعیین تراکم مطلوب کاشت بنه ضمن توجه به عملکرد زعفران، تعداد و اندازه این بنه‌های دختری نیز مد نظر قرار گیرد.

سپاسگزاری

بودجه این طرح از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه ملایر تأمین شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1- Abrishami, M. 2004. Knowing Iran's Saffron. Tosan Press, Tehran, Iran 320 pp. (In Persian)
2- Alavi-shahri, H., Mohajeri, M., Falaki, M.A. 1994. Evaluation of plant density on saffron yield. In: Proceedings of 2nd Seminar on Saffron and Cultivation of Medicinal Plants, Gonabad, Iran. (In Persian)
3- Amirghasemi, T. 2001. Saffron, the Red Gold of Iran. Nashre Ayandegan Press, Tehran, Iran 112 pp. (In Persian)
4- Bazrafshan, J., and Ebrahimzadeh, A. 2006. A review on temporal and spatial distribution of saffron in Iran, case study: Khorasan. Geography and Development Magazinep 61-84. (In Persian)
5- Behnia, M. 2008. Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus sativus* L.) yield in Damavand region. Pajouhesh and Sazandegi 79: 101-108. (In Persian with English Summary)
6- Behnia, M.R. 1996. Saffron: Botany, Cultivation and Production. University of Tehran Press, Iran 285 pp. (In Persian)
7- Benschop, M. 1993. *Crocus*. In: De Hertogh, A., and Le Nard, M. (Eds.), The Physiology of Flower Bulbs. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, p. 257–272.
8- Cavusoglu, A., Erkel, E.I., and Sülüsglu, M. 2009. Saffron (*Crocus sativus* L.) studies with two mother corm dimensions on yield and harvest period under greenhouse condition. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 3: 126-129.
9- De Juan, J.A., Corcolesb, H.L., Munoz, R.M., and Picornell, M.R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crops and Products 30: 212–219.
10- De Mastro, G., and Ruta, C. 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Acta Horticulturae (ISHS) 334: 512–517.
11- Galavi, M., Mousavi, S.R., and Ziyaie, M. 2009. Effects of planting depth and control of soil summer temperature on tunic production, corm propagation and leaf desiccation in end of growth period of saffron (*Crocus sativus* L.). Asian Journal of Plant Science 8: 375-379.
12- Ghalavand, A., and Abdollahian, M. 1994. Ecological adaptation and study of spacing and method of planting on yield of different landraces of Iranian saffron. In: Proceedings of 2nd Seminar on Saffron and Cultivation of Medicinal Plants, Gonabad, Iran. (In Persian)
13- Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. Scientia Horticulture 119: 320-324.
14- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. Journal of the Science of Food and Agriculture 88: 1144-1150.
15- Kafi, M., Rashed, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron, Technology, Cultivation and Processing. Center of Excellence for Special Crops, Ferdowsi University of Mashhad Publication, Iran 276 pp. (In Persian)
16- Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad-Abadi, A.A., and Mahdavi Damghani, A. 2009. Peformance of saffron (*Crocus sativus* L.) under different planting patterns and high corm density. 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23th May, Korokos, Kozani, Greece.
17- Mohamad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghaddam, P., and Sabori, A. 2007. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus* L.) in Mashhad conditions. Acta Horticulturae (ISHS) 739:151-153.
18- Molina, R.V., Garcia-Luis, A., Valero, M., Navarro, Y., andGuardiola, J.L. 2004. Extending the harvest period of saffron. Acta Horticulturae (ISHS) 650: 219-225.

19- Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J.L., and Garcia-Luice, A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulture 103: 361-379.
20- Mollafilabi, A. 2004. Experimental findings of production and echophysiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). In: Fernández, J., Abdullaev, F. (Eds.), Proceeding of the 1st on Saffron, Albacete, Spain. Acta Horticulture 650: 195–200.
21- Naderi Darbaghshahi, M.R., Khajeh-bashi, S.A., banitaba, S.A., and Dehdashti, S.M. 2008. Effects of planting method, density and depth on yield and production period of saffron (*Crocus sativus* L.) in Isfahan region. Seed and Seedling 24: 643-657. (In Persian with English Summary)
22- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 1: 155-166. (In Persian with English Summary)
23- Sadeghi, B. 1996. Effects of Storage and Planting date on Flower Production in Saffron. Annual Report. Scientific and Industrial Research Organization of Khorasan, Mashhad, Iran. (In Persian)
24- Saraei, R., Lahout, M., and Ganjeal, A. 2012. Evaluation of allelopathic effects of eucalyptus (*Eucalyptus globules* Labill.) on germination, morphological and biochemical criteria of barley (*Hordeum vulgare* L.) and flixweed (*Descurainia Sophia* L.). Agroecology Journal 4(3): 215-222. (In Persian with English Summary)
25- Tammaro, F. 1999. Saffron (*Crocus sativus* L.) in Italy. In: Negbi, M. (Ed.), Saffron: *Crocus sativus* L. Harwood Academic Publishers, Australia p. 53–61.
26- Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Rouphael, Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. Journal of Food, Agriculture and Environment 7: 19-23.
27- Yanez. P., Ohno, H., and Ohkawa, K. 2005. Temperature effects on corm dormancy and growth of Zephyr elegant. Scientia Horticulture 105: 127-138.